

## レスリングチームにおける映像遅延再生装置の有効性と導入に向けた 問題点の予備的検討

### － パフォーマンス向上とトレーニング環境の改善に着目して －

伊藤奨<sup>1),2)</sup>, 後藤悠太<sup>1)</sup>, 原知彰<sup>3)</sup>, 塚田聖人<sup>3)</sup>, 服部博憲<sup>3)</sup>, 射手矢岬<sup>4)</sup>, 彼末一之<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科

<sup>2)</sup> 福岡大学スポーツ科学部

<sup>3)</sup> ソニーイメージングプロダクツ&ソリューションズ株式会社

<sup>4)</sup> 早稲田大学スポーツ科学学術院

キーワード: 映像遅延再生装置, 即時フィードバック, レスリング, 運動学習

### 【抄 録】

本研究は、今後、より多くのオープンスキル競技への映像遅延再生装置の導入に向けた予備的な調査として、レスリングチームを対象に映像遅延再生システムを導入し、選手、コーチ、トレーナーの観点から選手のパフォーマンスの向上とトレーニング環境の改善に対する映像遅延再生装置の有効性の検証と現場での使用に向けた問題点を探索することを目的とした。大学レスリング部に所属する選手 17 名、コーチ 4 名、トレーナー 3 名を対象に、2 か月間映像遅延再生装置を導入した。装置導入前に、練習中に生じる課題についてアンケート調査を行ったところ、76%の選手が実践練習中に「なぜ今点数を取られたのかわからないシーンがある」と回答した。導入後のアンケートでは、点数を取られたかわからないシーンがあると回答した 76%の選手中 85%の選手が「なぜ今点数を取られたのかわからないシーン」の数が装置導入前より減少したと回答した。システム上の改善点は散見されたが、実戦形式の練習に導入することで、何が起きたかわからないシーンは減少することが示唆された。コーチ、選手、トレーナーからの主観的な評価はおおむね良く、技術の習得や指導の観点から本装置は有効である可能性が示唆された。

スポーツパフォーマンス研究, 13, 163-180, 2021 年, 受付日: 2020 年 8 月 4 日, 受理日: 2021 年 4 月 8 日

責任著者:伊藤奨 359-1192 所沢市三ヶ島 2-574-15 早稲田大学スポーツ科学研究科

www.f57@fuji.waseda.jp

\*\*\*\*

### **Preliminary study of effects of a video delay playback device and problems associated with implementation of the device with a wrestling team**

Sho Ito<sup>1),2)</sup>, Yuta Goto<sup>1)</sup>, Tomoaki Hara<sup>3)</sup>, Masato Tsukada<sup>1)</sup>, Hironori Hattori<sup>3)</sup>,

Misaki Iteya<sup>4)</sup>, Kazuyuki Kanosue<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Graduated School, Waseda University

<sup>2)</sup> Fukuoka University

<sup>3)</sup> Sony Imaging Products & Solutions Inc.

<sup>4)</sup> Waseda University

Key words: automatic video delay and replay device, real-time feedback,  
wrestling, motor learning

### **【Abstract】**

The present study is a preliminary investigation with wrestling teams of an automatic video delay playback device, in order to obtain information prior to the introduction of the device in more open-skill events. Effects of the video delay playback device on the performance of the athletes and on the training environment, and problems with using it were examined from the viewpoint of the wrestlers, coaches, and trainers. The participants were 17 wrestlers, 4 coaches, and 3 trainers from a university wrestling club. When initially asked to describe problems that they had during wrestling practice, 13 of the wrestlers answered that there were occasions in which they were unable to understand why they had received a particular score. Next, the video delay playback device was used for two months and then evaluated by the participants. Of the 13 wrestlers who had answered that there had been occasions in which they were unable to understand why they had received a particular score, 11 reported that using the delay playback device had reduced the number of such occasions. Although some improvements were made in the device, it seems that by introducing the automatic video delay playback device into the wrestlers' training, the number of occasions in which the athletes did not understand a score that they had received might decrease. The wrestlers', coaches', and trainers' evaluations of the device were generally good, which suggests that it may be effective for skill acquisition and coaching.

## 1. 緒言

### 1.1 フィードバックの重要性

スポーツスキルや楽器演奏など、運動学習では運動の結果を適切にフィードバックすることが非常に重要である(Schmidt and Lee, 2011). ヒトの主観的努力度と相対的パフォーマンスには乖離があり、握力や跳躍高といった比較的単純な動作でも、主観的努力度と相対的パフォーマンスは完全には一致しない(村木と稲岡, 1996). また、運動学習の初期には、主観的なパフォーマンスと客観的なパフォーマンスの間の誤差が大きい(Schmidt and White, 1972). 理想とする動作・技術を効率良く習得するためにはフィードバックが不可欠である. 運動直後に即時的にフィードバックを与えることで、動作の安定性が向上すること(飯田, 2019)やフィードバックを与えなかった群と比較してパフォーマンスが向上することが明らかにされている(Underwood, 2009). ヒトが動作を行う際は、作成された運動プログラムから予想した結果と固有感覚から得られるフィードバックの誤差を検出し、常に動作の修正を行っている(Schmidt and Lee, 2011). 運動学習場面でのフィードバック方法として、試技映像などの視覚的情報をフィードバックする視覚的フィードバックと、音などの聴覚情報による聴覚的フィードバックが挙げられ、それぞれ有効性が報告されている(e.g. Sigrist et al., 2013). 特に、体操やフィギュアスケートなど審美系の競技では、身体そのものを操作し、それ自体がパフォーマンスとして評価されるため、自らの動きの視覚的フィードバックがパフォーマンスの向上に重要な役割を果たす(Boyer et al., 2009). これらの競技は外的要因をあまりうけないクローズドスキルの競技であるため、自らの動きを鏡や動画を用いて確認し改善することで技能の向上が期待できる. しかし、レスリングなどの対人格闘競技はオープンスキルが非常に重要である(Ericsson and Smith, 1991). 相手の状況によって求められる技能や技を仕掛けるタイミングは変化し、状況に応じた判断が重要となる(Ericsson and Smith, 1991)ことから、自分ひとりの動きを鏡や動画を用いて確認し改善したとしてもオープンスキルの向上に繋げることは難しい. 従って、対戦相手の動きを含めた二人の相対的な動きを把握し、その場面に適した技能選択ができていたかや、技を仕掛けるタイミングは適切であったかを確認する必要がある.

### 1.2 レスリングチームでのフィードバックの問題点

レスリングチームを指導する際、フィードバック方法に関していくつかの課題が挙げられる. オープンスキル競技であるレスリングでは、相手の反応や得点状況によって最善と考えられる技術は異なるため、いつ、どのタイミングで、その学習者の修正点や課題点が発生するかは予測できない. そのため、課題となる試技を逃さないためには常に実践練習を撮影しておく必要がある. また、レスリングでは一つの場所で多くの選手が同時に練習を行うことが多い. ある学習者の課題解決のために、動画を再生し確認するためには、一度録画を停止しなければならない. 従って、特定の学習者のために動画を再生すると、他の学習者の練習は録画されないことになる. これを改善する為には、カメラが複数台必要となり、費用やカメラを置く場所なども考慮しなければならない. 筆者の選手やコーチとしての経験から、実践練習後に学習者が得られる視覚的フィードバックは主に 2 つの方法で行われていると考えられる. 課題となる場面を撮影し試技後に、撮影した映像をその場で確認しながらコーチがアドバイスを与える方法と、コーチ自身が示範し、視覚的フィードバックに加え口頭でフィードバックを与える方法である. 前者では、自らの動きと相手の動きを視覚的にフィードバックできるため客観性は

増すが、常に動画を撮影しておかなければならない点、録画を中断し再生しなければならない点、撮影機器が多く必要な点が難点として挙げられる。一方、コーチ自身が選手の課題点を示範する方法では、試技直後のフィードバックが可能だが、同一の状況を正確に再現することが難しいため客観性に欠ける点がある。このようなトレーニング環境での課題点を改善するために、視覚的なフィードバックを学習者へ与えるためのシステム(フィードバックシステム)として、1)動作直後にフィードバックが可能で、2)確認したい試技を再生している間にも録画ができ、3)その都度再生する手間が必要ないことが、レスリングチームの指導現場でのフィードバックシステムには求められる。

### 1.3 映像遅延再生装置について

近年、撮影した映像を遅延再生するシステムが様々な場面で使用されている(小澤ら, 2003, 齋藤と横山, 2013; 八嶋ら, 2018)。この装置は、撮影者が操作することなく、撮影した映像がある一定の時間においてモニターに自動的に再生される仕組みとなっている。また、自動遅延に加えて、遅延再生された動画を録画できる機能を搭載したシステムも開発されている(木村と射手矢, 2000)。このような、映像遅延再生装置は体育の授業等で活用され、特定の技能の習得や授業に対する意欲の向上に効果的であることが報告されている(村山ら, 2007; 佐藤ら, 2006)。しかし、特定の動作が繰り返されるクロズドスキルの改善に対する活用が多く、レスリングのようなオープンスkill種目に対して活用された報告は見られず、映像遅延再生装置の有効性や導入に向けての問題点については明らかにされていない。

### 1.4 受傷機転を確認する重要性

スポーツに怪我は付き物である。怪我からの競技復帰を目指す際には、医師の適切な診断とそれに基づいたリハビリテーションが必要である。外傷の診断では、受傷機転を詳細に把握することが重要である。どのような場面で受傷したのかを把握し、視診、触診などから得られる理学所見で診断の見当をつけ、レントゲンや磁気共鳴画像検査で診断を確定する(武富, 2017)。しかし、ラグビーの試合や練習で肩を怪我した際の受傷機転を調査したところ、受傷機転が不明の場合が 42.9%を占めていた(大垣ら, 2015)。怪我は突発的に発生するため、怪我をした選手が受傷機転を把握できていないことや怪我をした状況を正確に説明できないことは当然起こりうる。特に、レスリング競技のように相手と接触し、攻防の入れ替わりが激しい競技では怪我の状況を正確に説明できないことが多いと考えられる。そのような場合に、受傷機転を動画として保存しておくことは、医師の適切な診断のための有益な情報となる。怪我は試合中、練習中問わずに発生する(大垣ら, 2015)。試合は相手の分析や、今後の課題点の抽出のため撮影し、保存しておくことが多いため、試合中に発生した怪我は動画として保存されていることが多い。その一方、撮影機器の準備や保存された動画の管理に手間がかかることから、すべての練習を動画で撮影することは難しいと考えられる。そこで、録画したい場面を、その場面が生じた後に録画することができる機能を搭載したフィードバックシステムは怪我に対するアプローチを考える上でも有効であると考えられる。

## 1.5 目的

本研究ではレスリングチームに対して、1)動作直後にフィードバックが可能、2)確認したい試技を再生している間にも録画が可能、3)その都度再生する手間がない、4)録画したい場面を、その場面が生じた後に録画することができる機能を持った映像遅延再生装置を導入し、選手のパフォーマンスの向上とトレーニング環境の改善に対する有効性を検討した。また、レスリング選手、コーチ、トレーナーの観点から、実際の導入に向けて、遅延再生システムの設置や撮影した動画の共有方法といったシステム全体のマネジメントの観点から問題点を検討した。本研究から得られた知見を活用し、映像遅延再生装置を有効に使用することで、練習効果の向上や、最終的には、試合でのパフォーマンスの向上に繋がることが期待される。

## 2. 方法

### 2.1 映像遅延再生装置の概要と特徴

本研究ではスポーツパフォーマンスコーチ (Sony IP&S Inc, Japan, 以下 SPM-PC1) を映像遅延再生装置として用いた。本装置を用いてフィードバックを行うために、カメラ、サーバー (SPM-PC1)、コントローラー、ディスプレイを使用した (図 1)。カメラで撮影した映像を有線ケーブルで PC に取り込み、SPM-PC1 で設定された任意の遅延時間 (5 秒～360 秒) 後に、遅延された映像がディスプレイに再生された。保存された動画は、サーバーから外部出力した後に、クラウド上へアップロードし共有する、もしくは SNS で共有するという手法をとった。

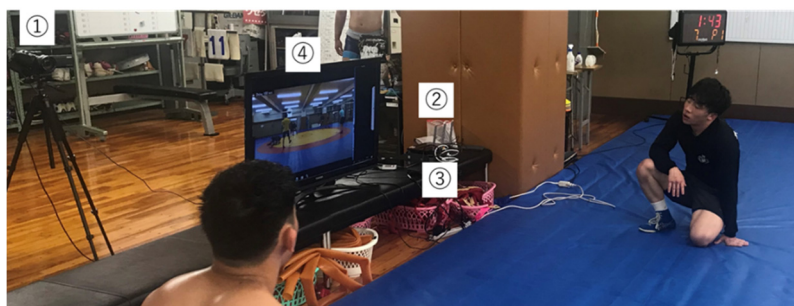
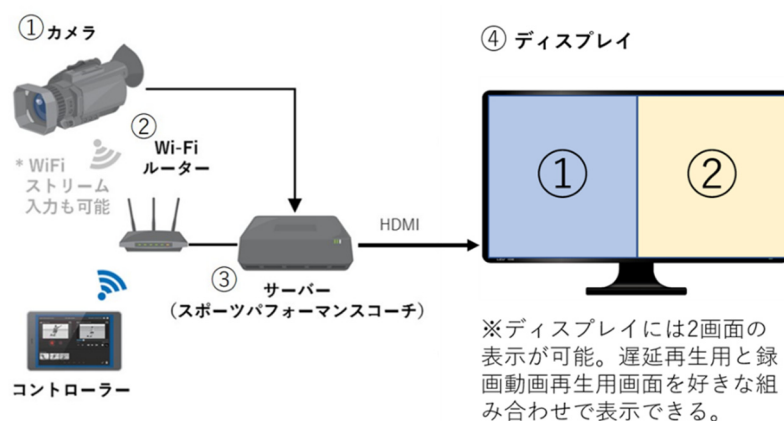


図 1. システムの概要図と現場での使用風景

上:システム概略図。④ディスプレイでは自動遅延再生とサーバーに保存された動画を再生できる。ディスプレイ上に再生させる動画はコントローラーで選択・設定できる。

下:PMC-PC1 で自分の動きを確認する選手。モニター(④)には数分前の自分の試合形式の練習の映像が再生されている。

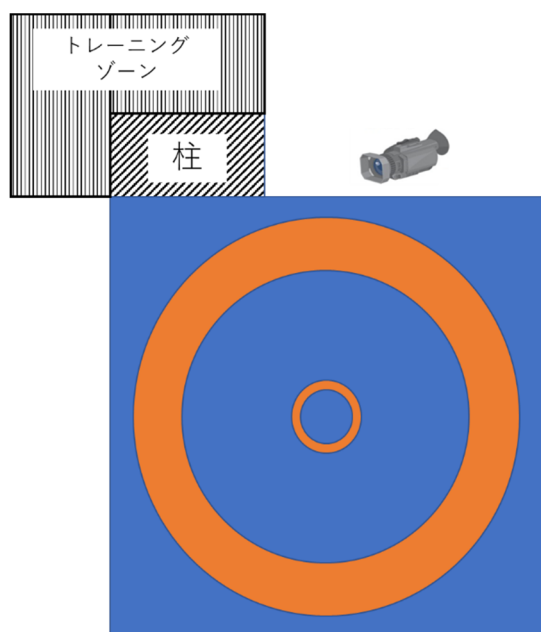
SPM-PC1 に搭載されている機能と本研究での使用方法の例を表 1 に示した。

表 1. SPM-PC1 に搭載されている機能と本研究での使用方法の例

| 搭載されている機能                                                                                                                                                                             | 使用方法例                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 遅延された映像を再生すると同時に、繰り返し再生したいプレーをその発生後にボタンを押す事で記録する事が出来る。録画時間は任意の時間に設定が可能である(5 秒～360 秒)。この機能を使用することで、常に録画する必要はなくなる。また、遅延した動画の再生と同時に、録画ボタンを押すことで動画の保存が可能のため、他の選手の練習風景が記録できないという問題点も解決される。 | 実践練習の時間に合わせて遅延時間を設定する。60 秒の実践練習の場合は、60 秒にモニター前までの移動の時間として 5 秒を追加し、遅延時間を 65 秒で設定する。選手は自らの動きを保存したい場合のみ録画ボタンを押し、動画を保存する。                                   |
| 録画した動画がディスプレイで再生されている際、確認したい選手やポイントを拡大して再生することができる。                                                                                                                                   | 自らの動画をモニターで確認している際に、もっと拡大したい場合に使用した。                                                                                                                    |
| 記録された動画をディスプレイで再生する際、録画した動画全体の時間に対して確認したいプレーが短い状況が頻繁にある。動画をトリミングする機能を用いることで、確認したいプレーのみを繰り返し再生することができる。                                                                                | 60 秒の実践練習を行う場合は、実践練習全体が確認できるよう遅延時間を 60 秒以上で設定する。しかし、60 秒のうち選手が気になる点や確認したい点は 5～10 秒程度であることが多い。そこで、保存された動画をトリミングする機能を使用し、確認したいプレーのみを繰り返し再生するために、本機能を使用した。 |

## 2.2 レスリング競技での有効性の検証

上記の SPM-PC1 を、大学レスリング部に 2 か月間導入し、選手のパフォーマンスの向上とトレーニング環境の改善に対する有効性を検証した。カメラは練習場全体(10m × 10m のマット 1 面)を撮影できる場所に設置し(図 2)、ディスプレイは選手が自由に確認できる位置に設置した。遅延再生の時間は、選手やコーチがメニューに合わせて任意に設定し、必要に応じて適宜使用した。



本実験では図のような配置で動画の記録を行った。トレーニングゾーンではトレーナーが施術やリハビリを行う。

図 2. システムの設置場所

## 2.3 被験者

被験者は、大学レスリング部に所属する選手 17 名、コーチ 4 名、トレーナー 3 名とした。選手はレスリング競技歴 5 年以上、コーチは選手として 10 年以上かつ指導者として 3 年以上のレスリング経験があるものを対象とした。トレーナーは大学スポーツ科学部に所属する学生トレーナーを対象とした。本研究は、早稲田大学が設置する、人を対象とする研究に関する倫理委員会の承認を得た後に行った。

## 2.4 レスリング競技における本システムの評価

柔道やボクシング、剣道のような個人対戦系競技の特徴として攻防の入れ替わりが激しい点、オーブンスキルの組み合わせで構成される点が挙げられ、レスリングも同様の特徴を有している。柔道では、相手に技を掛けられた場合などに「何が起きたのかわからない状況」が存在する(的地, 2011)。さらに、筆者のレスリング選手、指導者としての経験では、相手の動きが早い場合や、相手の技術レベルが自分より高く、自分の知らない技術を仕掛けられた時や、相手の動きが認識できない状況(頭を下げられていた。寝技など背後から攻撃される状況)で技を仕掛けられた時には、その技をかけられた選手はその時に何が起きていたかを理解できない場合がある。そこで、どれくらいの割合の選手がそのような状況にあるかを把握するため、選手に対して「なぜ今点数を取られたのか? 今のシーンで何が起きたのかわからない。ということが練習中にありますか。またその頻度はどれくらいですか。」という質問を映像遅延再生装置の導入前に google フォーム(Alphabet Inc. U. S. A.)を用いて行った。アンケートページに接続できる Uniform Resource Locator (URL)を、選手が所属するグループ Social Networking Service (SNS)で配布し、回答を収集した。

映像遅延再生装置導入後に、選手のパフォーマンスの向上とトレーニング環境の改善に対する装置の有効性や装置を使用した感想を調査するため、質問紙によるアンケート調査を google フォームを用いて行った。アンケートページに接続できる URL を、選手、コーチ、トレーナーが所属するグループ SNS で配布し、回答を収集した。選手、コーチ、トレーナーに対して表 2 の質問を行った。

表 2. 映像遅延再生装置導入後のアンケート調査項目

|                                                                                                    |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1. 自動映像遅延再生装置を使用した感想を教えてください。                                                                      | すごくよかった / よかった / どちらでもない / あまりよくなかった / 全くよくなかった         |
| 2. 今後引き続き自動映像遅延再生装置を使用したいですか?                                                                      | 是非使用したい / どちらかと言えば使用したい / どちらでもよい / どちらかと言えば必要ない / 必要ない |
| 3. 自動映像遅延再生装置を導入することで、「なぜ今点数を取られたのか? 今のシーンで何が起きたのかわからない」という場面の数は変化しましたか? (導入前のアンケートで「はい」と答えた選手が対象) | すごく減った / 減った / 変わらない / 増えた / すごく増えた                     |
| 4. 自動映像遅延再生装置の良かった点を教えてください。                                                                       | (自由記述)                                                  |
| 5. 自動映像遅延再生装置の悪かった点を教えてください。                                                                       | (自由記述)                                                  |
| 6. どのような場面で自動映像遅延再生装置を使用しましたか?                                                                     | (自由記述)                                                  |
| 7. コーチ、選手それぞれの観点から、使用してみても感想や、おすすめの使い方があれば教えてください。                                                 | (自由記述)                                                  |

装置の導入により「なぜ今点を取られたのか？今のシーンで何が起きたのかわからない」という場面の数がどのように変化したのかを検討するため、「そのようなシーンが減った群」と「そのようなシーンが増えたもしくは変わらなかった群」の2群間でピアソンの $\chi^2$ 検定を行った。質問1・2に関しては、本装置に対する使用者の主観的な感想を調査した項目であるため、検定は行わなかった。統計的有意確率は $p = 0.05$ 未満とした。

### 3. 結果

映像遅延再生装置導入前のアンケートの結果、76%(13名)の選手が、練習中に今何が起きたかわからない状況があると回答していた(図3)。また、その頻度は、3名が一日に一回、6名が週に一回、4名が月に一回との回答だった(図4)。75%以上の選手において何が起きているのかわからないという状況が一定数存在していた。

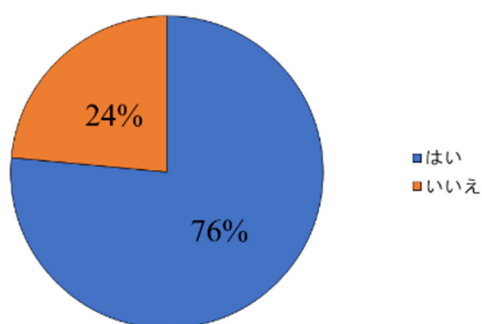


図3 練習中、何が起きたかわからない場面があるかどうか(選手のみ、17名)

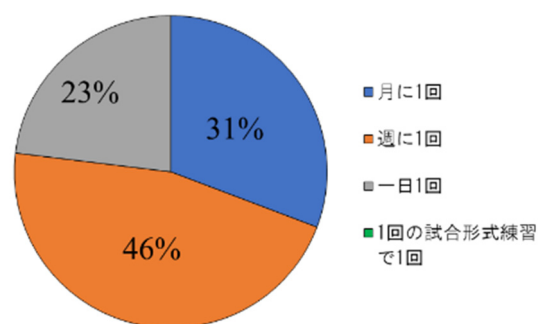


図4 何が起きたかわからない場面の頻度(何が起きたかわからない場面がある選手のみ、13名)

導入後の結果を図5～7と表3にまとめた。「映像遅延再生装置を使用した感想を教えてください」という質問に対して、54%(13名:選手10名、コーチ3名)がすごくよかった、33%(8名:選手6名、コーチ1名、トレーナー1名)が良かった、13%(3名:選手1名、トレーナー2名)がどちらでもない、という結果となった(図5)。また、「今後引き続き映像遅延再生装置を使用したいですか?」という質問に対して、75%(18名:選手13名、コーチ4名、トレーナー1名)が是非使用したい、21%(5名:選手4名、トレーナー1名)がどちらかと言えば使用したい、4%(1名:トレーナー1名)がどちらでもよいという結果となった(図6)。また、“映像遅延再生装置を導入することで、「なぜ今点を取られたのか？今のシーンで何が起きたのかわからない」という場面の数は変化しましたか?」という質問を、導入前アンケートで「練習中に何が起きたかわからないことがある」と回答した選手にしたところ、8%(1名)の選手がすごく減った、77%(10名)の選手が減った、15%(2名)の選手が変わらない、という回答が得られた(図7)。ピアソンの $\chi^2$ 検定の結果、減ったと回答した群が、増えたもしくは変わらなかったと回答した群より有意に多かった( $p = 0.013$ ,  $\chi^2 = 6.231$ , 表3)。

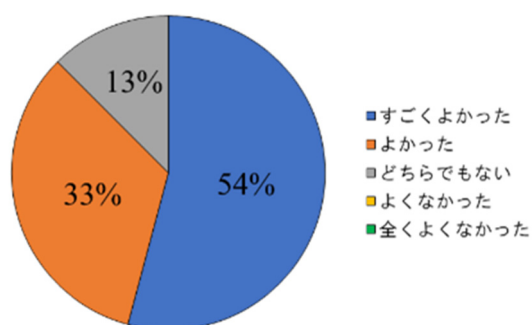


図 5. 本装置を使用した感想  
(選手・コーチ・トレーナー, 24 名)

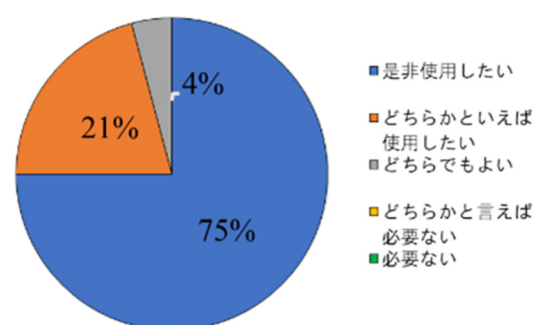


図 6. 引き続き装置を使用したいか  
(選手・コーチ・トレーナー, 24 名)

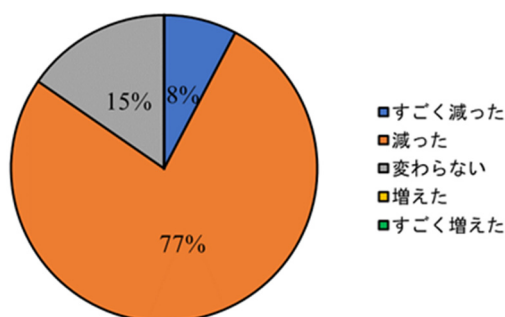


図 7. 練習中に起こる何が起きたかわからない, という場面の数の変化  
(何が起きたかわからない場面がある選手のみ, 13 名)

表 3. 何が起きたかわからないシーンの頻度の変化(装置導入後)

|      | 減った     | 増えたもしくは<br>変わらなかった | $\chi^2$ (df=1) | p     |
|------|---------|--------------------|-----------------|-------|
| 観察度数 | 11(85%) | 2(15%)             | 6.231           | 0.013 |

その他の質問に対する回答は記述式としたため, 表 4 に示す. 本研究では映像遅延再生装置を, 試合形式の練習で使用する事が多く, 得点の判断や, ルールの確認, 技術の確認, 自分の動きの主観と客観の誤差を確認するために使用したことが分かった. 良い点としては, 自分の動きをすぐに振り返れる点, 何も操作がいらぬ点, 気軽に自分の動きが確認できる点, 違和感を持った場面を確認・修正できる点, などが挙げられた. 悪い点として, カメラ 1 台だと画角の関係上フレームアウトする点, 保存した動画を個人のデバイスに共有するのに手間がかかる点, 設置に時間がかかる点などが挙げられた. コーチ, 選手, トレーナー, それぞれの観点から, 映像遅延再生装置の推奨される利用方法を質問した(表 4. 質問 7). コーチからは, 数分前のシチュエーションを実際に動画として見ながら, 選手にアドバイスを送るという回答が得られた(表 4. コーチ 2). トレーナーからは, 選手が受傷した際録画ボタンを押し, 受傷機転を録画することができるという回答が得られた(表 4. トレーナー 3). 選手からは, 「すぐに自分の課題点がわかり, 毎回の練習の質が高くなっている. 」という回答(表 4. 選手 3)や, 客観的視点から自分の動きを確認できる点が良いという回答が得られた(表 4. 選手 6, 12, 13, 15).

表 4. 導入後アンケートの自由記述項目の回答結果

| あなたの立場を選択してください | どのような場面で映像遅延再生装置を使用しましたか？        | 映像遅延再生装置の良かった点を教えてください                                            | 映像遅延再生装置の悪かった点を教えてください                                  | コーチ、選手、トレーナーそれぞれの観点から、使用してみての感想や、あなたがおすすめる使い方があれば教えてください                        |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 選手 1            | スパーリング*でのもつれ*.                   | どのような過程でポイントが動いたのかわかる.                                            |                                                         | フィードバックを元に技術練習ができるので、これからも活用していきたいです.                                           |
| 選手 2            | スパーリングでのもつれた部分や技が決まった瞬間の確認.      | 自分のプレーを気軽に客観視する事が出来る.                                             |                                                         |                                                                                 |
| 選手 3            | 試合形式の練習の際、終わった後すぐに見返した.          | すぐに自分の課題点がわかり、毎回の練習の質が高くなっている.                                    |                                                         | 練習において全体的に活かせる機能です.                                                             |
| 選手 4            | 点を取った・取られた場面、周りから指摘された場面を見ると.    | 気になったシーンを見られたこと.                                                  | 部員のスパーリングを見る時間が減り、声をかける回数や質が落ちたのではないかと思います.             | 次からは各々で見ただけではなく、技が成立した場面や失敗の場面を全員で一緒に見るということを増やしていくと良いと思う.                      |
| 選手 5            | 動きのある展開で、どちらの点数か判断する時に使った.       | スパーリングが終わったあと、すぐに確認できたため.                                         |                                                         | 使用して、何故と思う展開が分かるようになった. フィードバックがしやすくなったので、そこからの反省や会話が生まれるので、コミュニケーションをする機会が増えた. |
| 選手 6            | 自分の体感と客観視での誤差を確認するとき.            | 自分で見ることでできない相手の動きを把握することができ、なぜそのような展開になったのか理解ができるため.              | 固定カメラのため画面から割れると映らない.                                   | レスリングだけではなくトレーニングなどにも導入して、フォームの確認をする.                                           |
| 選手 7            | スパーリングが終わったあと.                   | 何故点数を取られたか三人称の視点で見られるのは嬉しい.                                       | 全体を撮影できず、たまに見切れてしまうことがあった.                              |                                                                                 |
| 選手 8            | 練習中、自分の技を確認したい時.                 | 練習中にすぐ技研究ができた.                                                    | 装置のセッティングを担当したが、不具合が多かった.                               | 初めてかけられた技の研究にいいと思います.                                                           |
| 選手 9            | スパーリング.                          | いい点悪い点がわかる.                                                       |                                                         | また使いたい.                                                                         |
| 選手 10           | 実戦練習の際.                          | 振り返りがすぐにできる点.                                                     | 設置が難しい.                                                 | 設置が難しい点や日によって使用できない時があった.                                                       |
| 選手 11           | スパーリング後.                         | 練習時の姿をあまりみる機会もないし、すぐにフィードバックされ、判断することで試合の判断力の向上に繋がる点.             |                                                         | 他のチームにはない新たな取り組みがあり、とても使用しやすいです. これからも使用したいです.                                  |
| 選手 12           | スパーリング.                          | スパーリングが終わって客観的に自分の動きを見られるところ、なぜ良かったのかなぜいいなかったのかを記憶ではなく映像で見られるところ. |                                                         | このおかげで自分のレスリングを客観的に分析できより次のステップに繋げることができた.                                      |
| 選手 13           | 練習のスパーリング後.                      | 自分の構えなどを客観的に見られるところ.                                              |                                                         | 練習の振り返りをすぐできるところがいいと思う.                                                         |
| 選手 14           | プレーに違和感を感じたとき.                   | 違和感を感じた部分を即修正できる.                                                 |                                                         |                                                                                 |
| 選手 15           | 得点を取った時と取られた時.                   | 自分の悪い所を客観的に見られるところ.                                               |                                                         | 自分の強みや弱みを理解することが出来るので利用することが出来て良かった.                                            |
| 選手 16           | どのように点数を取ったのか取られたのか知りたい場合.       | 自分からは認識できない角度からの映像が見られるため反省点をより多く出せる.                             | カメラから見切れたり、角度的に見えない部分が出てしまう場合があった.                      | 自動的に映像を流してもらえシステムだったため、練習の流れを途切れさせることなく課題を見つけられる点で重宝した.                         |
| 選手 17           | どのような技をかけたか自分でもわからない時やもつれの攻防した時. | 無意識でかけた技がまたかけられるようになる.                                            |                                                         | もつれた時は特に使用した方がいい.                                                               |
| コーチ 1           | 実戦練習.                            | 動きの振り返りが直ぐ出来る.                                                    | コマ送りが出来ると良い.                                            | 選手は自分の動きを予想以上に振り返りたいものだという事が知れました.                                              |
| コーチ 2           | 実戦練習後の振り返り.                      | 選手達がすぐにプレーを振り返れる.<br>選手たちが前のめりにプレーをみていたから、とてもいいと感じた.              | プレー後すぐに止まって見るので、回復できるのか？と思った.<br>(息が上がった状態で静止して大丈夫なのか？) | 数分前のシチュエーションを実際に見ながら説明できるのは本当にいいと思った.                                           |
| コーチ 3           | ルール上の判定が競技者同士ではわからない、微妙な時.       | 動作の確認が容易に行える点とそれに伴う意識の高い選手の視認化.                                   | 保存した後の個人のデバイスで見る作業が手間. 共有機能に乏しい.                        | 特にもつれ際の遅延再生などルールの周知を図る上で大きな効果があるように思います                                         |
| コーチ 4           | スパーリング直後.                        | 練習で気になったところをすぐ確認できる.                                              | 画質がもっと上がれば見やすい.                                         | 技術練習で客観的に自分の動きを確認しながら修正する.                                                      |
| トレーナー 1         | スパーリング後.                         | フィードバックがすぐ出来る.<br>他の選手の動きも確認出来る.<br>練習中、装置の操作がいらぬ.                | インターネットの環境にかなり左右される. カメラの画角が狭く、映らない範囲が多い.               | 無ければないで見ないのに、あれば食い気味で見る、ということが起こっている.                                           |
| トレーナー 2         | レスリングの打ち込みやスパーリング練習など.           | 選手たちの技術を即時に確認できる点、主観ではなく、客観的に評価できる点が良いと感じた.                       | 設定方法が複雑と感じた点.                                           | 自分のイメージした運動と実際に行った運動を比較したり、ダンスなどの集団で行う競技においてみんなで評価し合ったりするには有効だと感じたため、おすすしたいです.  |
| トレーナー 3         | 特に利用していない.                       | 見直すことが容易.                                                         | 見えにくいところ、見えないところも多い.                                    | 受傷機転の確認作業.                                                                      |

## 4. 考察

本研究の目的は、レスリングチームを対象に映像遅延再生装置を導入し、選手、コーチ、トレーナーの観点から選手のパフォーマンス向上とトレーニング環境の改善に対する映像遅延再生装置の有効性と現場での使用に向けた問題点を検討することであった。実験前後のアンケートで得られた回答から、映像遅延再生装置の使用場面や映像遅延再生装置を使用した感想を考察し、映像遅延再生装置の有効性と問題点を検討する。

### 4.1 映像遅延再生装置の使用場面

今回の介入中、本装置は実践練習で頻繁に使用された(表 4. 選手 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, コーチ 1, 2, 4)。レスリング競技は身体活動強度が非常に高いため、実践練習(3分×2ラウンド)を連続で行うことは難しく、他のペアとの衝突による怪我を防ぐためにも、全選手が同時に実践練習を行うのではなく、マットの広さに応じ、限定された数の選手が実践練習を行うことが多い。その間、実践練習を行わない他の選手は休憩する形式をとる(参考資料 1~5)。レスリングは 3 分×2 ラウンド制で試合が行われるため、6 分間の実践練習を行うと、その後に 6 分間の休憩を挟む形式となる。今回の介入では、この休憩時間中に休憩前に行った自分の実践練習を確認するために映像遅延再生装置を使用していた。目標に対する運動の結果のフィードバックが無い状態での練習はフィードバックがある練習よりも効果的ではないこと(Bilodeau et al., 1959)から、練習後はフィードバックを得ることが重要である。映像遅延再生装置の良かった点として、「違和感を感じた部分を即、修正できる(選手 14)」, 「練習中すぐに技練習ができた(選手 8)」, 「すぐに自分の課題点がわかり、毎回の練習の質が高くなっている(選手 3)」と回答している(表 4)ことから、実践練習で感じた課題を即修正し、練習したことが推察される。1 回の練習セッションの中でも、実戦練習の合間の休憩時間に自分の動きを確認することで、その日の練習の中で何度も試行錯誤を繰り返すことができると考えられる。また、本装置の良い点として「自分の課題点を確認することができる」(表 4. 選手 3, 7, 12, 15)ことが挙げられた。何が起きたかわからない状況では相手の動きが予測できておらず、「なぜそのような状況になったのか」や「どうしたらそのような状況にならないか」も理解できていない状態であり、自らの課題が把握できていないと予想される。まずは、「何が起きたかわからないシーン」を動画でフィードバックし、そのシーンで何が起きていたかを把握することが重要だと考えられる。「そのシーンで何が起きていたか」を把握して初めて、「なぜそのような状況になったのか」や「どうやったらそのような状況に陥ることを防げるか」という課題の解決に取り組むことができる。このようなプロセスを繰り返すことで、「この場面ではこう対応すれば良い」というプレーに対する知識が蓄積され、導入後に 85%の選手が「何が起きたかわからないシーンが減った」という結果に繋がったと考えられる(図 7)。このことから、本装置はレスリングのような攻防の入れ替わりが激しく、オープンスキルの組み合わせで構成されるスポーツにおいて、学習者の課題、疑問の解決の手助けとなりうる可能性が示唆された。

### 4.2 装置を使用した感想

選手からは装置の良い点として、「自分の動きを“すぐに”確認できること」が挙げられた(表 4. 選手 3, 5, 8, 10, 14)。また、選手 16(表 4)が、「コーチ、選手それぞれの観点から、使用してみたの感想

や、おすすめの使い方があれば教えてください」という質問に対して、「自動的に映像を流してもらえシステムだったため、練習の流れを途切れさせることなく課題を見つけられる点で重宝した。」と回答したことから、本装置は選手に対してスムーズなフィードバックを与えられていたと考えられる。映像遅延再生装置の導入により、撮影した動画を再生するための操作やコーチによる示範が必要な従来のフィードバック方法と比較し、選手が容易かつ即時的にフィードバック情報を得られる環境が提供できたと考えられる。

#### 4.3 装置の導入により期待される効果

導入前のアンケートの結果、全体の 76%の選手が「何が起きたかわからないシーンがある」と回答した(図 3, 4)。柔道やボクシング、剣道のような個人対戦系競技の特徴として攻防の入れ替わりが激しい点、オープンスキルの組み合わせで構成される点が挙げられ、レスリングも同様の特徴を有している。自分の知らない技を掛けられた時や、相手の動きが認識できない状況(頭を下げられていた。死角から攻撃された)で技を仕掛けられた時は、相手がどのように動いたのかが理解できないため、何が起きたかわからない状況になると考えられる。ここでは、Schmidt and Wisberg(2008)が示している運動概念モデル(図 8)を参考に、1 回の瞬間的動作内での運動修正ではなく、自分の知らない技を掛けられた時や、相手の動きが認識できない状況を複数回繰り返し、運動学習を進める過程に対する考察を行う。運動概念モデル(図 8)によると、何らかの刺激に対して運動を行う際、まずは刺激を同定し、刺激に対する反応を選択したのちにその反応を実行するためのプログラムを準備する。プログラムの実行により、筋肉、出力、運動の結果などから、固有受容性(筋・関節)フィードバック、外受容性(視覚・聴覚)フィードバック、外因性フィードバックが得られる。プログラムから予想された結果と実際の運動により得られたフィードバックの間のエラーを検出し、検出されたエラーは刺激同定、反応選択、反応プログラムの段階へと送られ、プログラムの修正が行われる。野球のピッチングの場合、ボールを投げた 400~500ms 後にはその結果(ストライク or アウト or 投げたいところに投げられたかなど)がフィードバックされるため、エラーの検出が比較的容易である。レスリングのようなオープンスキル競技の場合、自らが主体的に動く場合(主に攻撃時)は、固有受容性フィードバックや外受容性フィードバックを得られ、予測していた結果(攻撃が成功したのかどうかなど)との比較によりエラーの検出が可能だと考えられる。しかし、自らが主体的ではなく、受動的に動く/動かされる場合(主に相手に攻撃された時)は、固有受容性フィードバックはあるものの、相手の動きを正しく理解できていないため刺激同定や反応選択のための情報が欠如すると考えられる。その結果、筋感覚フィードバックはあるもののそれと比較するためのあらかじめ計画された動作が無い場合エラーをうまく検出できず、運動プログラムの修正が効果的に行われない可能性がある。相手の動きに対する動作を計画するためには、相手の動きを理解する必要がある。従って、知らない技を掛けられた時や相手の動きが認識できない状況が生じた時には、相手の動作を理解できなかったシーンを視覚的に振り返ることで、再び同様の状況となった時、相手の動きを予測するための手助けとなり、予測能力の向上に貢献すると考えられる。レスリング競技のように相手との攻防の入れ替わりが激しく、相手の動きを正しく理解できない競技では、視覚的なフィードバックを行うことで運動学習の効果が高くなるであろう。

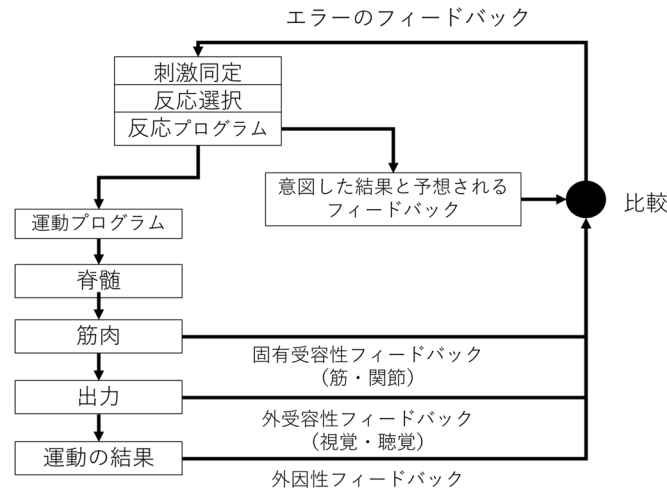


図 8. Schmidt and Wrisberg (2008) の運動概念モデル (一部簡素化)

5名の選手が(表4, 選手2, 7, 12, 13, 15), 「客観的に自分の姿を確認できること」を装置の良い点として挙げていることから, 選手は客観的な視点からの情報を重要視していると考えられる。また, 選手6が装置の良かった点として「自分で見ることでできない相手の動きを把握することができ, なぜそのような展開になったのか理解ができるため。」と回答しているように, 対人格闘競技では自分のみではなく相手の情報も重要な情報である。対人格闘競技では, 相手の反応や反発が技の成功や得点に繋がる(Imamura et al., 2007; Ito et al., 2019)。映像遅延再生装置を用い「自分だけでなく相手も含めた情報」を視覚的にフィードバックすることで, 刺激同定(相手の動きを把握する)や反応選択(自分の体勢, 相手の体勢を把握しどの反応が正しいのか選択する), 反応プログラム(選択した反応を実施するためのプログラムを準備する)を作成するための有益な情報が提供できる。また, 即時的な動画のフィードバックは感覚記憶の観点から, 運動学習において有効である(Schmidt and Lee, 2011)。感覚記憶の保持時間は非常に短いことから, 映像遅延再生装置を用い感覚記憶ができるだけ鮮明なうちに視覚的フィードバックを与えることで, 実行された反応プログラムのフィードバック情報はより強固なものとなり, より精密にエラーの検出が可能となる。以上のように, 実践練習での課題解決を行うことができると考えられるため, 映像遅延再生装置の使用が運動パフォーマンスの向上の一助となる可能性が示唆された。

コーチのコメントとして, 実際の場合を振り返りながらアドバイスができる点が良いという回答が得られた(表4, コーチ2)。Kernodle & Carlton(1992)によると, 動画を見せるだけの場合, 動画を見せずに結果のみをフィードバックした群と同じ程度の学習効果だったことを報告した。この2群と比較して, 注意して確認する点をビデオテープの再生前に伝えた群と, 修正すべき点を伝えた上でビデオテープを見せた群は前述の2群より学習効果が高かった。本研究では, 2名の選手が「何が起きたかわからないシーンの数」が変わらなかったと回答している(図7)。この結果の原因として, 前述のようにコーチによる注意すべき点の指導が少なかった可能性が考えられる。しかし, 本研究ではコーチによる動画を用いながらのフィードバックの数は確認していないため, 今後さらなる検討が必要だと考えられる。今後, 本装置を活用し, より効果的なフィードバックを行うためには, 動画をフィードバックするだけでなく,

どこを注視すべきか、どこがポイントとなるのかを教示した上で動画をフィードバックする必要があると考えられる。

#### 4.4 トレーニング環境とシステム全体のマネジメントに関する考察

コーチ、選手から共通して得られた本装置の利点として、直前の動作を簡便に素早く確認できる点が挙げられた(参考動画)。動画を再生するための操作が必要ないこと、再生のために録画を中断しなくてもよいことから、これまで以上に簡便に自らのプレーを確認できた(表 4. 選手 2, 5, 16)。また、動画の再生中も撮影は中断されることがないため、動画再生中に他の選手の動画が撮影できないという問題点も解決された。さらに、常に撮影を続けているため、操作を行う人員の確保をする必要がなく、簡便に撮影・再生が行えた。ただし、カメラの位置を固定して撮影を行うため、撮影しているマット上の範囲外でのシーンは確認することができない。そこで、練習場の広さや練習メニューに応じて、できるだけ練習場全体が画角に収まるような場所にカメラを設置する、もしくは本装置を 2 台用意するなどの工夫が必要だろう。また、全体を広く収めるためにズームアウトで撮影すると選手一人一人が小さく映ってしまう点は、画面拡大機能により拡大して再生することで解決された。動きをすぐに確認でき(表 4, 選手 3, 5, 8, 10)、練習の流れを途絶えさせずに課題を見つけられたという意見(表 4, 選手 16)や、全体の 87%が装置に対してポジティブな印象を持ったことから、装置の導入によりトレーニング環境が改善される可能性が示唆された。

トレーナーの観点からは、受傷機転確認ができるという運動学習とは別の観点からの感想が得られた(表 4, トレーナー3)。受傷後、医師の診察を受ける際は、受傷時の状況をできるだけ詳しく説明することが重要である(武富, 2017)。しかし、スポーツ現場を含め、多くの外傷は突発的に発生することから、受傷場面を記録し残しておくためには常に動画撮影をしなければならず、溜まったデータの管理にも非常に手間が必要となる。また、トレーナーや他の選手が怪我した選手の受傷場面を見ていない場合は、受傷機転に関して本人による説明を参考にするしかない。しかし、本装置に搭載された、設定した時間分(5~360 秒)の過去の動画が録画保存できる機能(表 2)を使用し、選手が受傷したときにのみ録画保存することで、トレーナーや医師も受傷場面を確認することが可能となり、膨大なデータを管理する必要もなくなる。これまでに、前十字靱帯断裂や足関節捻挫が発生した場面を収めた動画を分析し、受傷した際の姿勢や状況が明らかにされてきた(Olsen et al., 2004; Andersen et al., 2004)。練習と試合で同程度の件数の怪我が発生していることから(大垣ら, 2015)、練習時も動画を撮影できる環境を整えておく必要がある。フィードバック装置の導入により練習時に容易に録画できる環境を整えることは、学習、指導のみならず、怪我に対するアプローチを考える上でも本装置は有効である可能性が示唆された。2 人のトレーナーから受傷機転確認のメリットを述べなかった理由として、機器の設置場所に問題があったためだと考えられる。本実験では、被写体となる選手が撮影できる場所にカメラを設置し、カメラの位置に合わせてその他の機器の設置場所を決定した(図 2)。今回介入したレスリングチームでは、電源の位置やディスプレイ設置可能場所の観点から、トレーナーが施術やリハビリを行うトレーニングゾーンからは使用しづらい環境であったことが予想される。今後は、設置場所が電源位置に左右されないようにすることやより持ち運びやすくするといったシステムの改良が必要だろう。

#### 4.5 システムに関して改善が求められる点

今回のアンケートで得られた回答から、システムに関して以下のような改善を必要とする点も見られた。

##### 1) 録画した動画を個人のデバイスにダウンロードする際に手間がかかる(表 4. コーチ 3)

本装置は、サーバーとコントローラーとなるタブレット端末間においてネットワークを構成している。機器間のネットワーク構築の関係上、直接的なインターネットの接続が難しいため、サーバー内に保存された動画は、個人の機器に出力するためには SD カードなどの外部記憶装置に出力し、個人の端末にデータを移さなければならない(図 1)。また、選手が動画を確認するために使用するデバイスは主にスマートフォンだが、SD カードや USB メモリなどの外部記憶媒体に対応していない機器が多い。そこで、SMA-PC1 で記録された動画データを別の PC に移動し、そこからクラウドストレージ上へアップロードする、もしくは SNS で共有するという手法をとった。スマートフォンで撮影した場合、スマートフォンに保存されるため、その後の動画の管理も容易だが、本装置の場合より多くの手順が必要となった。今後、インターネットとの接続が簡便にできるようになることで、録画した動画の選手へのフィードバックも容易になり、より効果的な使用方法が確立されたいと考える。

##### 2) 機器の設置に手間がかかる

近年のスマートフォンやタブレット端末の普及によって、動画の撮影は簡単にできる環境にある。しかし、本装置は図 1 のように多くの機器をコード等で接続し、それぞれ電源を確保する必要がある。練習前後にすべての装置を収納し、再度設置するのに 10 分ほどの時間がかかる。また、必要となる機器が多いため、持ち運び方法や、設置位置の変更時も電源等を考慮しなければならない。より簡便に設置できるようになれば、さらに多くの場面や環境で使用可能になると考えられる。

#### 4.5 今後の課題

選手の主観としては、自分の得点だと感じていても、客観的に審判の目線から見ると、相手の得点に見えるなど、得点をめぐる判定の点でも主観と客観にずれがあることもある(表 4. コーチ 3)。得点の判定に関する審判の判断と選手の主観的な判断のずれを少なくするためには、自らの主観と映像による客観的な評価のすり合わせが必要だと考えられる。審判からの目線でもしっかりと自分の得点と認められるような技術を確立するためにも、本装置の活用は有効なのではないかと考えられる。

本研究では、選手のパフォーマンスの向上とトレーニング環境の改善に対する本装置の有効性と問題点を検討するために、レスリング競技を対象にコーチ、選手の主観的評価を対象とした。今後、多くの競技に対して本装置を導入していく中で、システムの向上を目指し、新たな使用方法の検討が求められる。今後多くのオープンスkill種目に対して導入するためには、今回得られたシステム上の課題を解決した上で、システムの効果の再検証が必要となるだろう。

#### 5. 結論

本研究では、映像遅延再生装置をオープンスkillにより構成されるレスリング競技を対象に導入し、レスリング選手のパフォーマンスの向上とトレーニング環境の改善に対する有効性と問題点を検討した。

システム上の改善点は散見されたが、素早い攻防がくりかえされるレスリング競技において、実戦形式の練習に導入することで、何が起きたかわからないシーンは減少することが示唆された。また、映像遅延再生装置の導入により、撮影した動画を再生するための操作やコーチによる示範が必要な従来のフィードバック方法と比較し、選手が容易かつ即時的にフィードバック情報を得られる環境が提供できたと考えられる。コーチ、選手、トレーナーからの主観的な評価はおおむね良く、技術の習得や指導、トレーニング環境の改善の観点から本装置は有効である可能性が示唆された。

## 【文 献】

- ・ Andersen, T. E., Floerenes, T. W., Arnason, A., & Bahr, R. (2004). Video analysis of the mechanisms for ankle injuries in football. *The American journal of sports medicine*, 32(1\_suppl), 69-79.
- ・ Bilodeau, E. A., Bilodeau, I. M., & Schumsky, D. A. (1959). Some effects of introducing and withdrawing knowledge of results early and late in practice. *Journal of Experimental Psychology*, 58(2), 142.
- ・ Boyer, E., Miltenberger, R. G., Batsche, C., Fogel, V., & LeBlanc, L. (2009). Video modeling by experts with video feedback to enhance gymnastics skills. *Journal of applied behavior analysis*, 42(4), 855-860.
- ・ Ericsson, K. A., & Smith, J. (1991). *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits*. Cambridge University Press.
- ・ 飯田祥明. (2019). センサバスケットボールによる運動情報フィードバックの即時的効果: フリースローにおけるバックスピン数のばらつきの場合. *アカデミア. 人文・自然科学編*, (17), 129-138.
- ・ Imamura, R., Iteya, M., Hreljac, A., & Escamilla, R. (2007). A kinematic comparison of the judo throw Harai-goshi during competitive and non-competitive conditions. *Journal of sports science & medicine*, 6(CSSI-2), 15.
- ・ Ito, S., Crawshaw, L., & Kanosue, K. (2019). Differences Between Male and Female Elite Free-style Wrestlers in the Effects of “Set Up” on Leg Attack. *Archives of Budo*, 15.
- ・ 小澤治夫, 石田譲, 岡崎勝博, & 西嶋尚彦. (2003). 鉄棒単元におけるスポーツミラーによる運動画像の即時フィードバックの効果. *北海道教育大学釧路校研究紀要*, 35, 1-6.
- ・ Kernodle, M. W., & Carlton, L. G. (1992). Information feedback and the learning of multiple-degree-of-freedom activities. *Journal of motor behavior*, 24(2), 187-195.
- ・ 木村広, & 射手先岬. (2000). 時間遅れビデオシステム DVS の開発とその応用 (< 特集> 二足歩行と大腰筋). *バイオメカニズム学会誌*, 24(3), 183-187.
- ・ 的地修. (2011). アテネ五輪女子柔道金メダリスト, 塚田真希選手を招いた 2010 年度スポーツ情報戦略セミナー報告. *びわこ成蹊スポーツ大学研究紀要*, 8, 189-195.
- ・ 村木征人, & 稲岡純史. (1996). 跳躍運動における主観的強度 (努力度合) と客観的出力との対応関係. *スポーツ方法学研究*, 9(1), 73-79.

- ・ 村山光義, 村松憲, 佐々木玲子, 清水静代, & 野口和行. (2007). 動作映像の即時フィードバックを用いた技術指導の効果: フライングディスク・サイドアームスロー導入時の事例. 体育研究所紀要, 46(1), 1-15.
- ・ Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *The American journal of sports medicine*, 32(4), 1002-1012.
- ・ 大垣亮, 竹村雅裕, 永井智, 芋生祥之, 高木祥, & 宮川俊平. (2015). 大学ラグビー選手の肩関節傷害に関する疫学調査. 日本臨床スポーツ医学会誌, 23(3), 543-551.
- ・ 齋藤良宏, & 横山泰. (2013). 映像情報の提示が運動経過の把握に与える影響: 簡易的な映像遅延装置の導入例. 新潟経営大学紀要, 19, 133-136.
- ・ 佐藤毅, 林政孝, 西嶋尚彦, & 小澤治夫. (2006). 体育授業におけるスポーツミラーを用いた身体運動画像の即時フィードバックの効果. 北海道教育大学釧路校研究紀要, 38, 121-135.
- ・ Schmidt, R. A. & Lee, T. D. (2011). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (5th edition). Human kinetics. pp. 133-176.
- ・ Schmidt, R. A., & White, J. L. (1972). Evidence for an error detection mechanism in motor skills: A test of Adams' closed-loop theory. *Journal of Motor Behavior*, 4(3), 143-153.
- ・ Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2008). *Motor learning and performance: A situation-based learning approach*. Human kinetics.
- ・ Sigrist, R., Rauter, G., Riener, R., & Wolf, P. (2013). Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review. *Psychonomic bulletin & review*, 20(1), 21-53.
- ・ 武富修治. (2017). スポーツ障害・外傷. セイフティエンジニアリング, 44(1), 9-14.
- ・ Underwood, S. M. (2009). Effects of augmented real-time auditory feedback on top-level precision shooting performance.
- ・ 八嶋文雄, 井上伸一, & 吉田和人. (2018). 体育授業における映像の即時フィードバック効果に関する研究. 佐賀大学教育実践研究 *The journal of studies on educational practices: a bulletin of the Integrated Center for Educational Research and Development, Faculty of Culture and Education, Saga University*, (36), 63-68.

#### 【参考資料】

1. わたろー. “全日本レベルの選手が2か月振りにスパーリングしたらどうなる?”. Youtube. [https://youtu.be/n\\_x6EQ05QR0](https://youtu.be/n_x6EQ05QR0). (参照日 2020 年 12 月 21 日)
2. 泉武志 Takeshi Izumi. “【レスリングガチ対決】アジアチャンピオン VS 学生チャンピオン【解説付き】”. Youtube. <https://youtu.be/eFO9ICaTJic>. (参照日 2020 年 12 月 21 日)
3. KyodoNews. “吉田, 高速タックル復活へ レスリング女子が合宿公開”.

Youtube. <https://youtu.be/Tn2gVLctkk4>. (参照日 2020 年 12 月 21 日)

4. 近畿大学体育会レスリング部. (2018 年 10 月 7 日). “本日 10 月 7 日(日)は上田さん, 匠志くんが参加してくださいました! 西インカレまで残…”.

Facebook <https://fb.watch/2vFXh-N8S4/>. (参照日 2020 年 12 月 21 日)

5. 梅林太朗 / Taro Channel. “Yajuro Yamasaki vs Taro Umebayashi Greco-Roman Wrestling Sparring 2020/10”.

Youtube. <https://youtu.be/Lh5QZjZCDnE>. (参照日 2020 年 12 月 21 日)